

The Effect of Short-term Using a Protective Knee Brace on the Ground Reaction Forces of People with Genu Valgum During Landing

Barghamadi M¹, Shahbazoghli K², Piri E³, Alapour Kh⁴, Nosrati Hashi A⁵, Allahverdidost H²

- 1- Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 2- M.Sc in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 3- Ph. D Student in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- 4- Ph.D Student in Exercise Physiology, Islamic Azad University of Sari, Iran
- 5- Ph.D Student in Sports Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

Received: 2023.04.06 Accepted: 2025.01.05

Purpose: Genu valgum is one of the most important lower limb abnormalities that puts athletes at risk of injury due to weight imbalance in the inner and outer parts of the knee. The aim of the present study was to evaluate the immediate effect of protective knee braces on the ground reaction forces of people with genu valgum during landing.

Methods: The present study was a semi-experimental laboratory study. In this study, 10 boys with genu valgum (with an average age (years): 21.71 ± 2.28 , height (m): 1.89 ± 0.07 , weight (kg): 74.69 ± 10.56 , and body mass index (kg/m²): 23.64 ± 0.85) in the experimental group and 10 healthy (with average age (years): 23.14 ± 2.96 , height (m): 1.82 ± 0.06 , weight (kg): 75.14 ± 9.89 and body mass index (kg/m²): 24.77 ± 1.98) boys who did not have any lower limb disorders were selected as the control group. A three-axis force plate device Bertec (Corporation, Columbus, OH) was used to record ground reaction force information. For statistical analysis, SPSS V21 software and analysis of variance with repeated measures were used at a significant level of 0.05.

Results: Between group results showed that the peak of the vertical component ($p=0.002$) and the time to reach the peak of the vertical component ($p=0.004$) of the ground reaction force had a significant difference in the control and genu valgum groups. The inter-group results showed that the peak of the vertical component ($p<0.001$) and the time to reach the peak of the vertical component ($p<0.001$) of the ground reaction force in the genu valgum group in the post-test compared to the pre-test had a significant decrease of 44.3 and 34.9%, respectively.

Conclusion: According to the research results, it can be concluded that the use of knee brace in these people has been able to increase the protective efficiency in the knee joint and cause force absorption during landing. Therefore, perhaps the long-term application of this type of protective brace can improve other components of the ground reaction force.

Keywords: Knee brace, Ground reaction forces, Genu valgum, Landing.

Corresponding Author: Mohsen Barghamadi

Email: barghamadi@uma.ac.ir

ORCID: 0000-0002-1794-9410



Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Barghamadi M, Shahbazoghli K, Piri E, Alapour Kh, Nosrati Hashi A, Allahverdidost H. The Effect of Short-term Using a Protective Knee Brace on the Ground Reaction Forces of People with Genu Valgum During Landing. *JPSR* 2025; 14(1):7-14. DOI: 10.22038/jpsr.2025.71198.2480.

تاثیر آنی استفاده از بریس زانوی محافظت کننده بر نیروهای عکس العمل زمین در افراد مبتلا به زانوی ضربدری

طی فرود

محسن برغمادی^۱، کیوان شهبازی اوغلو^۲، ابراهیم پیری^۳، خشایار علاپور^۴، علی نصرتی هشی^۵، هادی الله وردی دوست^۲

هدف: زانوی ضربدری از مهم ترین ناهنجاری های اندام تحتانی است که ورزشکاران را به علت عدم توازن وزن در بخش های داخلی و خارجی زانو در معرض خطر آسیب دیدگی قرار می دهد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تاثیر آنی بریس زانوی محافظت کننده بر نیروهای عکس العمل زمین در افراد مبتلا به زانوی ضربدری طی فرود بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. در این پژوهش تعداد ۱۰ پسر مبتلا به زانوی ضربدری در گروه آزمایش (با میانگین سن (سال): $21/71 \pm 2/28$ ، قد (متر): $1/89 \pm 0/07$ ، وزن (کیلوگرم): $74/69 \pm 10/56$ و شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع): $23/64 \pm 0/85$ و ۱۰ پسر سالم (با میانگین سن (سال): $23/14 \pm 2/96$ ، قد (متر): $1/82 \pm 0/06$ ، وزن (کیلوگرم): $75/14 \pm 9/89$ و شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع): $24/77 \pm 1/98$) که هیچگونه اختلالی در اندام تحتانی نداشتند بعنوان گروه کنترل انتخاب شدند. از دستگاه صفحه نیروی سه محوره برتک (Bertec Corporation, Columbus, OH) برای ثبت اطلاعات نیروهای عکس العمل زمین استفاده شد. جهت تحلیل های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و آنالیز واریانس با اندازه های تکراری در سطح معنی داری $p < 0/05$ استفاده شد.

یافته ها: نتایج بین گروهی نشان داد اوج مؤلفه عمودی ($p = 0/002$)، و زمان رسیدن به اوج مؤلفه عمودی ($p = 0/004$)، نیروی عکس العمل زمین در دو گروه کنترل و زانوی ضربدری اختلاف معنی داری داشت. نتایج درون گروهی نشان داد اوج مؤلفه عمودی ($p = 0/001$)، و زمان رسیدن به اوج مؤلفه عمودی ($p = 0/001$)، نیروی عکس العمل زمین در گروه زانوی ضربدری در پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون به ترتیب $44/3$ و $34/9$ درصد کاهش معنی داری داشت. همچنین هیچ یک از متغیرها در گروه کنترل در پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون اختلاف معنی داری نداشتند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق می توان نتیجه گرفت که استفاده از بریس زانو در این افراد توانسته ثبات مفصل زانو را افزایش دهد و باعث جذب نیرو طی فرود گردد. از این رو شاید استفاده طولانی مدت از این نوع بریس های محافظتی بتواند سایر مؤلفه های نیروی عکس العمل زمین را نیز بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: بریس زانو، نیروهای عکس العمل زمین، زانوی ضربدری، فرود.

نویسنده مسئول: محسن برغمادی، b. barghamadi@uma.ac.ir، ORCID: 0000-0002-1794-9410

آدرس: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه بیومکانیک ورزشی

- ۱- دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۲- کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۳- دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی ساری، ایران
- ۵- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

گروهی مانند والیبال، بسکتبال، هندبال و همچنین ورزش های انفرادی مانند بدمینتون، ژیمناستیک، دوومیدانی و ... انجام می پذیرد، به نحوی که ورزشکاران در معرض آسیب-ها قرار می گیرند (۲). یک ناهنجاری شایع که ممکن است در اندام تحتانی در حین فعالیت های ورزشی مشاهده شود،

امروزه فعالیت های بدنی و انجام ورزش های گروهی و انفرادی به علت بهبود شرایط جسمانی و روحی از اهمیت بسزایی برخوردار است (۱). فعالیت های ورزشی همواره شامل حرکاتی مانند فرود است، که در اکثر رشته های

این گونه تمرینات توسط برخی افراد مبتلا به این عارضه به دلایل مختلف امکان‌پذیر نمی باشد. برغمدی و همکاران (۱۲) نشان دادند که بريس زانو نقش محافظتی بر هم انقباضی مفصل زانو و مچ پا در افراد دارای زانوی ضربدری طی فرود دارد. همچنین برغمدی و همکاران (۹) در یک مقاله مروری نشان دادند که استفاده از بريس زانو می‌تواند منجر به بهبود تعادل و عارضه زانوی ضربدری شود (۹). یکی از مطالعه های پیشین نشان داده است، استفاده از بريس زانو در افراد دارای درد زانو و استئوآرتریت، منجر به افزایش حفظ تعادل و ثبات مفصل زانو می شود و عملکرد عضلات چهارسر ران را بهبود می بخشد (۱۳). همچنین بريس زانو به عنوان یک مداخله غیرتهاجمی موثر برای کاهش نشانه های مرتبط با زانو درد در افراد با استئوآرتریت زانو می باشد (۱۴)، که برای حفظ ثبات مفصل پس از جراحی، استفاده چند هفته ای از بريس مناسب ترین روش می باشد (۱۵). بريس های توانبخشی زانو برای کاهش نیروهای وارده بر مفصل زانو استفاده می شود که اثربخشی این نوع بريس ها در کاهش بعضی از ریسک فاکتورهای مفصل زانو نظیر گشتاور نزدیک کننده زانو به اثبات رسیده است (۱۶). احتمالاً بتوان با استفاده از بررسی نیروهای عکس العمل زمین افراد مبتلا به زانوی ضربدری اثرات بريس زانو را بر این افراد مورد سنجش قرار داد. لذا محقق به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا بريس زانوی محافظت کننده بر نیروهای عکس العمل زمین در افراد مبتلا به زانوی ضربدری طی فرود موثر است یا خیر؟

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. برای نشان دادن حداقل تعداد آزمودنی مورد نیاز از نرم افزار (G Power 3.1) استفاده شد. همچنین برای دستیابی به توان آماری ۰/۸ در اندازه اثر ۰/۸، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری با طرح تعاملی درون و بین گروهی تعداد حداقل ۸ نمونه در هر گروه تعیین شد (۱۷). به همین جهت تعداد ۱۰ نفر پسر مبتلا به زانوی ضربدری از بین دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی به عنوان نمونه های پژوهش حاضر شناسایی و در گروه زانوی ضربدری قرار گرفتند. برای تشخیص ناهنجاری زانوی ضربدری از آزمودنی ها خواسته شد، بدون کفش و جوراب در حالی که زانوها و ران های فرد دیده شود بصورت ایستاده قرار بگیرند. بدون اینکه هیچ گونه

زانو ضربدری (Genu Valgum; GV) است که یکی از عوامل اصلی بروز آسیب زانو گزارش شده است، چرا که به لحاظ بیومکانیک حرکات انتقالی مفصل زانو در وضعیت نامناسب آناتومیکی خود قرار می گیرد و احتمال بروز آسیب در این مفصل افزایش می یابد. زانوی ضربدری ترکیبی از ابداع زانو، چرخش داخلی تیبیا و اداکشن لگن است (۳). زانو ضربدری با ایجاد آسیب های اندام تحتانی مانند درد کشکک رانی و رگ به رگ شدن رباط متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL) در طول فعالیت های پویا (مانند فرود، دویدن) مرتبط است (۴). آسیب های ACL نیز در ۷۰ تا ۸۰ درصد موارد توسط بار ابداع زانو پیش بینی می شود. علاوه بر این، شیوع زانو ضربدری در زنان بیشتر از مردان است (۵). محققان چندین عامل را که ممکن است باعث ایجاد زانو ضربدری شوند، از جمله کاهش دورسی فلکشن مچ پا، ابدکتورهای ضعیف و چرخاننده های بیرونی باسن، و الگوهای فعال سازی ضعیف عضلات ران، بررسی کرده اند. ورزش هایی که شامل توقف سریع، تغییر جهت، پریدن یا فرود می شوند، ورزشکاران را در معرض خطر آسیب های رباط صلیبی قدامی (ACL) قرار می دهند (۶). برای درمان این ناهنجاری ها، روش های غیر جراحی همچون بريس های زانو که یکی از روش های درمانی رایج می باشد، پیشنهاد شده است.

در مطالعات گذشته نشان داده شد که زانوبندهای زانو برای جلوگیری از شدت و اندازه آسیب در زانوی افراد ورزشکار بسیار مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۷). تحقیقات نشان داده است که بريس زانو به عنوان تکیه گاه برای زانو عمل کرده و کاربرد آن ها اغلب برای اصلاح فرم زانو، درمان و جلوگیری از تشدید وضعیت نامطلوب زانو است (۹). بريس های حمایت کننده مفصل زانو در ورزشکاران تلاشی برای کاهش وقوع آسیب یا کاهش شدت آسیب دیدگی در مفصل زانو به شمار می رود که بسیاری از پزشکان استفاده از بريس را تجویز کرده اند تا از میزان آسیب های وارده کاسته شود و عملکرد افراد را در حین انجام فعالیت های فیزیکی بهبود ببخشد (۱۰). قربانلو و جعفرنژادگرو (۱۱)، تأثیر تمرینات اصلاحی با تراباند را بر نیروهای عکس العمل زمین در افراد مبتلا به زانوی ضربدری بررسی کردند. آن ها به این نتیجه رسیدند که تمرینات اصلاحی می تواند مولفه های نیروی عکس العمل زمین را در افراد مبتلا به زانوی ضربدری را کاهش دهد. اما اجرای

فروود لمس می‌شد و نرم‌افزار به طور صحیح داده های نیروهای عکس‌العمل زمین را ثبت می‌کرد. در مرحله پس-آزمون از آزمودنی ها خواسته شد، بریس زانوی مورد مطالعه را به زانوی پای برتر خود ببندند. سپس فروود با استفاده از بریس زانو مانند مرحله پیش آزمون در سه کوشش تکرار شد. در آخر آزمودنی ها برای پیش‌گیری از آسیب های احتمالی پس از اجرای کوشش ها، مشغول سرد کردن شدند. بریس مورد استفاده در پژوهش حاضر بریس زانوی بی اکتیو (BeActive model 1031)، ساخت آمریکا بود. این بریس از نوع منعطف بدون بازو و بنددار جهت تنظیم می‌باشد. آزمودنی‌های هر دو گروه زانوی ضربدری و گروه سالم از این نوع بریس استفاده کردند.



تصویر ۱: زانوبند BeActive model 1031

از صفحه نیروی برتک سه محوره (Bertec Corporation, Columbus, OH)، که قابلیت ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین را در دامنه ۱۰ تا ۱۰۰۰ هرتز را داشت، برای اندازه‌گیری نیروهای عکس‌العمل زمین استفاده شد. رایج ترین وسیله اندازه‌گیری نیرو، صفحه نیرو می باشد که به طور معمول هم سطح با سطح آزمایشگاه برای اندازه‌گیری نیروی عکس‌العمل حین انجام حرکت ها نصب می شود. بیشتر صفحه‌های نیرو سنج طوری طراحی شده‌اند که قابلیت اندازه‌گیری سه بعدی نیرو در محورهای اصلی (محورهای عمودی، طولی و عرضی) را دارند. صرف نظر از اینکه چند جسم نیروهایی را به نقاط مختلف سطح صفحه نیرو سنج وارد می‌کنند، این صفحه فقط یک بردار نیروی برآیند (نیروی عکس‌العمل زمین) را که از نظر مقدار معادل با تمام نیروی وارد شده است، را نشان می‌دهد. مبدأ سیستم مختصات صفحه نیرو سنج بستگی به مکان حس-گرهای نیرو دارد، ولی به طور عمومی در مرکز و وسط صفحه و اندکی زیر سطح فوقانی آن قرار دارد. در پژوهش حاضر نیرو در راستای عمودی (Fz)، راستای قدامی-خلفی

انقباض و تنش عضلانی غیرطبیعی در عضلات ناحیه ران وجود داشته باشد. زانوهای آزمودنی ها باید در حالت اکستنشن (Extension)، کامل قرار گرفته و کندیل های داخلی زانوی هر دو پا به گونه‌ای بهم چسبیده باشند، که جهت استخوان کشک زانو رو به جلو باشد. در این وضعیت فاصله میان دو قوزک داخلی پا به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. افراد مبتلا به زانو ضربدری درجه یک (کم تا حدود ۲/۵ سانتی‌متر) وارد پژوهش شدند (۱۸، ۱۹). گروه کنترل، گروه افراد سالم بودند که بعنوان گروه کنترل در پژوهش حاضر شرکت داده شدند. این افراد از نظر سلامت مفصل زانو و وضعیت پاسچرال کامل در وضعیت مطلوبی قرار داشتند. پای برتر تمامی آزمودنی‌ها سمت راست شناسایی شد (طی آزمون شوت توپ فوتبال) (۲۰). تمام موارد اجرای پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی بود (۲۱). سن، قد، وزن، سابقه تمرینی و شاخص توده بدنی از عوامل مخدوش کننده اصلی تحقیق حاضر بودند که با همسان سازی گروه ها کنترل شد. به منظور اطمینان از اثر گذاری تمرین و فعالیت های فیزیکی آزمودنی ها ۲ سال فعالیت ورزشی خاص یا حرفه ای نداشتند. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی عضلانی، عدم وجود عارضه زانوی ضربدری، و دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بود. معیارهای ورود شامل فاصله قوزک داخلی کمتر یا مساوی ۲/۵ سانتی متر، تکمیل فرم رضایت آگاهانه، انجام ندان تمرینات سنگین دو روز قبل از شروع پروتکل تحقیق بود.

پژوهش حاضر در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون اجرا شد. به این صورت که ابتدا تمامی آزمودنی ها از نظر اطلاعات در مورد پژوهش، مزایای بریس زانو مورد استفاده، خطرات پیشرفت زانوی ضربدری و آسیب های ثانویه توجیه شدند. سپس قبل از شروع آزمون، آزمودنی ها به مدت ۱۵ دقیقه به گرم کردن مفاصل و عضلات پرداختند. آزمودنی-ها پشت دستگاه صفحه نیرو که در کف زمین تعبیه شده بود قرار گرفتند. فاصله قرارگیری آزمودنی ها از مرکز صفحه نیرو ۴۰ سانتی متر با برچسب رنگی علامت‌گذاری شده بود. از آزمودنی ها خواسته شد تا جایی که می‌توانند به بالا بپرند و هنگام فروود با پای برتر بر روی مرکز صفحه نیرو فروود بیابند (۱۲). سپس سه مرتبه آزمون فروود صحیح توسط آزمودنی ها تکرار شد. کوششی صحیح در نظر گرفته می شد که مرکز صفحه نیرو بوسیله پای آزمودنی ها هنگام

نتایج درون گروهی نشان داد اوج مولفه عمودی ($t=2/52$; $p=0/001$) و زمان رسیدن به اوج مولفه عمودی ($t=3/86$; $p=0/001$) نیروی عکس‌العمل زمین در گروه زانوی ضربدری در پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون کاهش معنی‌داری داشت (نمودار ۱). همچنین هیچ یک از متغیرها در گروه کنترل در پس آزمون در مقایسه با پیش-آزمون اختلاف معنی‌داری نداشتند (نمودار ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر آتی استفاده از بريس زانو بر متغیر نیروهای عکس‌العمل زمین در افراد مبتلا به زانوی ضربدری طی فرود بود. نتایج بین گروهی نشان داد اوج مؤلفه عمودی و زمان رسیدن به اوج مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین در دو گروه سالم و زانوی ضربدری طی فرود اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج درون گروهی نشان داد اوج مولفه عمودی و زمان رسیدن به اوج مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین در گروه زانوی ضربدری در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج جعفرنژاد گرو و همکاران (۲۲)، ولی‌زاده اورنج و همکاران (۲۳)، همسو بود. از طرفی برغمدی و همکاران (۱۲) نشان دادند که استفاده از بريس طولانی مدت نقش محافظتی بر هم انقباضی مفصل زانو و مچ پا در افراد دارای زانوی ضربدری طی فرود دارد. همچنین بیان کردند که استفاده از بريس زانو می‌تواند منجر به بهبود تعادل و عارضه زانوی ضربدری شود (۹). بسیاری از ورزشکاران حرکت فرود را که از حرکات آسیب‌زای ورزشی است در حین رقابت‌ها و فعالیت‌های ورزشی انجام می‌دهند. بنابراین حرکتی کاملاً عملکردی است. بیان شده است که یکی از دلایل افزایش زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین و متعاقب آن کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانوی ضربدری کاهش مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین به هنگام فرود در مفصل زانو است (۲۴).

به علاوه عارضه زانوی ضربدری از عوامل ایجاد ناپایداری در مفصل زانو می‌باشد که بر مکانیک حرکات مانند فرود تاثیر منفی می‌گذارد (۲۵). احتمالاً به علت عدم توازن در توزیع نیرو در سه راستای عمودی، قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در افراد مبتلا به زانوی ضربدری باعث افزایش

(Fy) و راستای داخلی-خارجی (Fx) ثبت شد. اوج نیروها در نرم افزار Excel محاسبه شد.



تصویر ۲: نمایش دستگاه صفحه نیرو

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارمتریک از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) استفاده شد. آزمون آماری آنالیز واریانس (ANOVA)، جهت مقایسه بین گروهی و از آزمون تی زوجی برای درون گروهی استفاده شد. از محیط نرم افزار SPSS ورژن ۲۱ و سطح معنی‌داری برابر $p<0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان که شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آن‌ها می‌باشد، در هر دو گروه کنترل و تجربی ارائه شده است (جدول ۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود با توجه به این که معنی‌داری‌های آزمون میانگین سن، قد و وزن در دو گروه بالاتر از $0/05$ هستند، پس فرض ناهمگن بودن واریانس‌ها رد می‌شود و تفاوت این گروه‌ها معنی‌دار نیست. نتایج نشان داد هیچ یک از متغیرهای پژوهش در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه سالم و زانوی ضربدری در آزمون شاپیروویلک اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0/05$) (جدول ۲). لذا می‌توان گفت متغیرهای پژوهش حاضر از توزیع نرمالی برخوردار می‌باشد.

جدول ۳، نشان‌دهنده میانگین و انحراف معیار اوج نیروهای عکس‌العمل زمین و زمان رسیدن به اوج نیروها طی فرود در افراد مبتلا به زانوی ضربدری و افراد سالم پس از استفاده آتی بريس زانو می‌باشد. نتایج بین گروهی نشان داد اوج مؤلفه عمودی ($p=0/002$) و زمان رسیدن به اوج مولفه عمودی ($p=0/004$) نیروی عکس‌العمل زمین در دو گروه سالم و زانوی ضربدری اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). سایر مولفه‌ها هیچ گونه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($p>0/05$) (جدول ۳).

جدول ۱: شاخص‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	سالم		زانوی ضربداری	
	انحراف معیار $\pm$ میانگین	انحراف معیار $\pm$ میانگین	انحراف معیار $\pm$ میانگین	-p مقدار
سن (سال)	۲۳/۱۴ $\pm$ ۲/۹۶	۲۱/۷۱ $\pm$ ۲/۲۸	۰/۳۴۳	
قد (متر)	۱/۸۲ $\pm$ ۰/۰۶	۱/۸۹ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۵۱۸	
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۱۴ $\pm$ ۹/۸۹	۷۴/۶۹ $\pm$ ۱۰/۵۶	۰/۹۴۳	
شاخص توده بدنی* (کیلوگرم/مترمربع)	۲۴/۷۷ $\pm$ ۱/۹۸	۲۳/۶۴ $\pm$ ۰/۸۵	۰/۱۲۴	

Body Mass Index; BMI

جدول ۲: آزمون شاپیروویلک متغیرهای پژوهش در دو گروه تمرینی و کنترل

گروه زانوی ضربداری						گروه سالم					
متغیرها	پیش‌آزمون انحراف معیار $\pm$ میانگین	آماره	-p مقدار	پس‌آزمون انحراف معیار $\pm$ میانگین	آماره	-p مقدار	پیش‌آزمون انحراف معیار $\pm$ میانگین	آماره	-p مقدار	پس‌آزمون انحراف معیار $\pm$ میانگین	آماره
Fx	۱۴۶/۴۱ $\pm$ ۶۲/۹۴	۰/۹۶۸	۰/۸۶۸	۱۳۹/۷۴ $\pm$ ۵۷/۶۲	۰/۹۸۲	۰/۹۸۹	۱۴۷/۲۹ $\pm$ ۲۷/۲۹	۰/۹۷۸	۰/۹۵۲	۱۴۹/۳۷ $\pm$ ۰/۶۴	۰/۹۲۷
Fy	۷۷/۵۹ $\pm$ ۶/۳۰	۰/۹۰۴	۰/۲۰۵	۷۰/۲۲ $\pm$ ۷/۱۰	۰/۹۵۷	۰/۷۳۸	۴۲/۳۵ $\pm$ ۵/۹۱	۰/۸۹۹	۰/۱۸۱	۳۹/۲۹ $\pm$ ۹/۹۶	۰/۹۵۲
Fz	۳۹۰/۸۱ $\pm$ ۸۸/۸۸	۰/۹۵۰	۰/۶۴۱	۲۱۷/۳۰ $\pm$ ۵۷/۶۲	۰/۹۱۷	۰/۲۶۳	۳۶۴/۲۷ $\pm$ ۹۶/۹۹	۰/۹۶۳	۰/۸۱۴	۳۵۸/۷۲ $\pm$ ۱۶/۴۰	۰/۹۶۲
TTPFx	۴۷/۱۴ $\pm$ ۱۰/۶۵	۰/۸۶۱	۰/۰۵۸	۳۹/۵۷ $\pm$ ۱۷/۵۸	۰/۹۰۹	۰/۲۰۶	۴۷/۱۴ $\pm$ ۱۰/۶۵	۰/۹۰۵	۰/۲۱۱	۵۲/۷۱ $\pm$ ۱۳/۷۱	۰/۹۵۴
TTPFy	۵۵/۷۱ $\pm$ ۶/۸۷	۰/۹۵۸	۰/۷۵۱	۴۹/۲۸ $\pm$ ۱۵/۰۷	۰/۹۳۳	۰/۴۱۷	۵۶/۵۷ $\pm$ ۱۱/۵۳	۰/۹۲۱	۰/۳۲۸	۶۴/۰۰ $\pm$ ۱۴/۳۰	۰/۹۳۹
TTPFz	۵۵/۱۴ $\pm$ ۱۵/۵۷	۰/۹۰۰	۰/۱۸۶	۳۵/۸۵ $\pm$ ۱۹/۰۳	۰/۸۹۳	۰/۱۲۹	۵۳/۸۵ $\pm$ ۱۱/۶۱	۰/۹۶۹	۰/۵۰۲	۵۹/۱۴ $\pm$ ۱۵/۷۳	۰/۹۱۴

*سطح معنی‌داری $P < 0.05$

Fx: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی؛ Fy: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی؛ Fz: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی؛ TTPFx: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی؛ TTPFy: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی؛ TTPFz: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی.

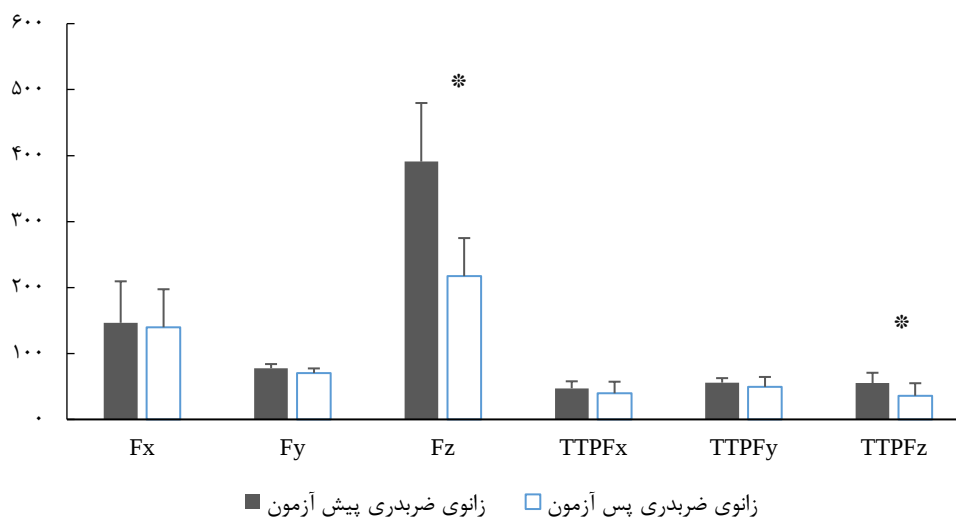
جدول ۳: مقادیر نیروهای عکس‌العمل زمین در دو گروه کنترل و زانوی ضربداری طی فرود

مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین	مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	میانگین مربع‌ها	آماره آزمون	-p مقدار
Fx	۴۱/۵۶	۱	۴/۲۵	۰/۸۹	۰/۷۴۲
Fy	۳۲/۵۸	۱	۹/۵۲	۱/۲۵۱	۰/۲۵۷
Fz	۸۱/۷۸	۱	۲۴/۸۵	۴/۵۴	*۰/۰۰۲
TTPFx	۵۵/۸۷	۱	۶/۵۸	۱/۰۲	۰/۱۸۵
TTPFy	۱۰۱/۹۵	۱	۲۳/۶۳	۰/۹۸	۰/۲۴۰
TTPFz	۸۷/۵۱	۱	۴۶/۳۲	۳/۶۲	*۰/۰۰۴

*سطح معنی‌داری $P < 0.05$

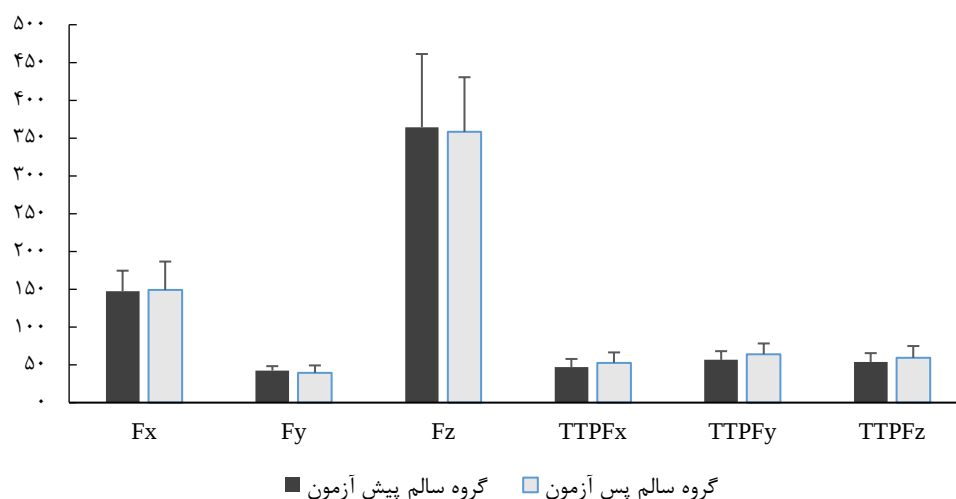
Fx: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی؛ Fy: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی؛ Fz: نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی؛ TTPFx: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی؛ TTPFy: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی؛ TTPFz: زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی.

گروه زانوي ضربدري



نمودار ۱: اوج نيروهاي عكس‌العمل زمين و زمان رسيدن به اوج طی پيش آزمون و پس آزمون در گروه زانوي ضربدري طی فرود

گروه سالم



نمودار ۲: اوج نيروهاي عكس‌العمل زمين و زمان رسيدن به اوج طی پيش آزمون و پس آزمون در گروه کنترل

درشت‌نئي و ران در بخش داخلي زانو تمايل دارند که از هم جدا شوند، بنابر اين رباط‌هاي حمايت‌کننده داخلي تحت کشش قرار گرفته و پيشرفت اين تغيير شکل‌ها و در نتيجه افزايش نيرو بر اين رباط‌ها ممکن است منجر به پارگي آن‌ها شود (۲۹). يکي از مهم‌ترين عوامل درگير در بروز آسيب، ميزان نيروهاي وارده به مفاصل اندام تحتاني می باشد (۳۱، ۳۰). ربيعي و همکاران (۳۲)، نيز طی پژوهشي با عنوان ارزيابي پاسخ وضعيتي پس از اعمال

نوسان در پايداري وضعيت در اين افراد به هنگام فرود می شود (۲۷، ۲۶). به علت زنجيره‌اي بودن حرکات در مفاصل اندام تحتاني، نقص در مفصل زانو می‌تواند روی مفاصل ران و مچ پا تاثيرگذار باشد. به طوري که زانوي ضربدري را می‌توان به عنوان يکي از دلايل بوجود آمدن کف پای صاف نيز معرفي کرد. همچنين اختلال در کنترل پاسچر از فاکتورهاي بروز آسيب در زانوي ورزشکاران و غيرورزشکاران است (۲۸). در زانوي ضربدري استخوان‌هاي

در فضای فرکانس به این نتیجه رسیدند که بریس زانو مورد مطالعه منجر به کاهش نوسان در حرکات فرود می شود. نتایج پژوهش حاضر هیچ گونه اختلاف معنی داری را در راستای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی نیروهای عکس العمل زمین که به عنوان شاخصی برای تعادل و ثبات می باشد، نشان ندادند. احتمالاً این امر به علت استفاده آبی این نوع مداخله باشد و بریس زانو در استفاده طولانی مدت نتایج متفاوت تری را نشان دهد. پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی بود که از مهم ترین آن ها می توان به عدم حضور دختران مبتلا به زانوی ضربدری که می توانستند پاسخ متفاوتی به تحقیق حاضر بدهند بود. همچنین عدم ثبت فعالیت الکتریکی عضلات برای بررسی تاثیرات بریس زانو بر عضلات حمایت کننده زانو و تعداد کم نمونه آماری از جمله محدودیت های این پژوهش به شمار می آید.

به نظر می رسد که استفاده از بریس زانو در افراد مبتلا به زانوی ضربدری باعث کاهش نیروی عکس العمل زمین در راستای عمودی شده است. احتمالاً استفاده از بریس زانو در این افراد توانسته کارآمدی حفاظتی در مفصل زانو را افزایش دهد و باعث جذب نیرو در زانوی آن ها گردد. از این رو شاید استفاده طولانی مدت از این نوع بریس های حفاظتی بتواند سایر مولفه های نیروی عکس العمل زمین را نیز بهبود بخشد. همچنین پیشنهاد می شود اثرات انواع بریس ها (به ویژه این نوع بریس) را در قشرهای مختلف جامعه و ورزشکاران دارای زانوی ضربدری با در نظر گرفتن هر دو جنس مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

در پایان از کلیه افرادی که ما را در اجرای پژوهش حاضر یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی برای در اختیار قرار دادن آزمایشگاه کمال تشکر و قدردانی را داریم. ضمناً در تمامی مراحل، اخلاق پژوهشی رعایت گردید و از شرکت کنندگان رضایت نامه شرکت در پژوهش اخذ شد. این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای کیوان شهبازی اوغلو به راهنمایی دکتر محسن برغمی از دانشگاه محقق اردبیلی با کد اخلاق IR.UMA.REC.1401.063 می باشد.

اغتشاش ناگهانی در افراد با زانوی ضربدری، به بررسی ۱۶ نفر با زانوی ضربدری و ۱۶ نفر با ساختار طبیعی اندام تحتانی پرداختند. محققین در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که میزان جابه جایی مرکز فشار به عنوان یکی از مولفه های وابسته به نیروهای عکس العمل زمین در افراد دارای زانوی ضربدری به طور معنی داری از گروه کنترل بیشتر بوده است. به عبارت دیگر افراد دارای زانوی ضربدری در حفظ تعادل پس از وارد شدن اغتشاش یا برهم خوردن تعادل، از عملکرد ضعیف تری برخوردار بوده اند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد اوج نیرو در راستای عمودی در افراد مبتلا به زانوی ضربدری پس از استفاده بریس زانوی محافظتی در مقایسه با پیش-آزمون کاهش معنی داری را داشته است. با استفاده از بریس زانوی محافظتی در افراد مبتلا به زانوی ضربدری، احتمالاً این مداخله پسو بعنوان بخشی از اجزای جذب نیرو و شوک در زانوی این افراد عمل کرده و توانسته است الگوی حرکتی را کاهش داده و نیرو را در راستای عمودی کاهش دهد.

از مداخلات غیرجراحی و غیرفعال تاثیرگذار، بریس زانو می باشد که در کاهش نشانه های مرتبط با زانو در افراد با آسیب رباط صلیبی قدامی و استئوآرتریت زانوی غیرصدمه ای موثر واقع شده است (۱۴). برای حفظ ثبات مفصل پس از جراحی، استفاده چند هفته ای از بریس مناسب ترین روش می باشد (۳۳). همچنین از این مداخله به جهت درمان و یا پیشگیری از آسیب های ثانویه ناهنجاری هایی که راستای اندام تحتانی را تحت تاثیر قرار می دهند، مانند واروس و والگوس زانو استفاده می شود. مشاهده شده است که در افراد دارای آسیب رباط صلیبی قدامی که مورد جراحی قرار گرفته اند، استفاده از بریس زانو توسط درمانگرها توصیه می شود (۳۴). چنین افرادی همواره این سوال را با پزشک خود مطرح می کنند که آیا قادر به انجام فعالیت های روزمره و ورزشی مانند راه رفتن، دویدن و یا فرود هستند یا اینکه بریس زانو عملکرد آن ها را تحت الشعاع قرار خواهد داد؟ این سوالات چالش انگیز از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا تحرک و انجام فعالیت های روزمره افراد، مخصوصاً ورزشکاران برای کیفیت زندگی و فعالیت ورزشی بسیار مهم است (۳۵). همچنین ولی زاده اورنج و همکاران (۳۶)، طی مطالعه ای به بررسی اثر بریس زانو بر نیروهای عکس العمل افراد مبتلا به آسیب رباط صلیبی پرداختند که نتایج مثبتی را از اثربخشی این نوع مداخله در افراد آسیب دیده نشان دادند. آن ها با بررسی متغیرهای نیروهای عکس العمل زمین

نقش نويسندگان

محسن برغمدي (نويسنده اول و مسئول): طراحي مطالعه و نظارت كلي بر تمامي مراحل نگارش
 كيوان شهبازي اوغلو: جمع آوري و تحليل داده ها
 ابراهيم پيري: نگارش اوليه مقاله و پاسخ به نظرات داوران
 خشايار علاپور، علي نصرتي هشي، هادي الله وردى دوست:
 تجزيه و تحليل داده ها

منابع مالي

اين مطالعه تحت حمايت مالي دانشگاه محقق اردبيلى انجام گرفته است.

تعارض منافع

نويسندگان مطالعه حاضر هيچ گونه تعارض منافعي گزارش نکردند.

منابع

1. Martín-Rodríguez A, Gostian-Ropotin LA, Beltrán-Velasco AI, Belando-Pedreño N, et al. Sporting Mind: The Interplay of Physical Activity and Psychological Health. *Sports* 2024; 12(1): 37.
2. Peña J, Gil-Puga B, Piedra A, Altarriba-Bartés A, et al. Epidemiology and Risk Factors in Young Female Athletes: Basketball, Football, and Volleyball. *Apunts Educació Física i Esports* 2023; (152): 1-12.
3. Ishida T, Yamanaka M, Takeda N, Aoki Y. Knee rotation associated with dynamic knee valgus and toe direction. *Knee* 2014; 21(2): 563-566.
4. Brown TB. Development of an Orthopedic Brace for Treatment of Genu Varum: Mercer University; 2024.
5. Piussi R, Simonson R, Zsidai B, Grassi A, et al. Better Safe Than Sorry? A Systematic Review with Meta-analysis on Time to Return to Sport After ACL Reconstruction as a Risk Factor for Second ACL Injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2024; 54(3): 161-175.
6. Stojanović MD, Andrić N, Mikić M, Vukosav N, et al. Effects of Eccentric-Oriented Strength Training on Return to Sport Criteria in Late-Stage Anterior Cruciate Ligament (ACL)-Reconstructed Professional Team Sport Players. *Medicina* 2023; 59(6): 1111.
7. Yavarikia A, Ghorbani Amjad G, Khansari Varkaneh M. The study of prophylactic knee braces efficacy on strain reduction on the medial collateral ligament in football players. *Avicenna Journal of Clinical Medicine* 2009; 16(1): 38-42.
8. Jafarnezhadgero A, Eghbali Meydani M, Khodabakhsh Dizag R, Noorian E. Effect of 8-Week Use of Knee Braces on the Electrical Activity Frequency of Lower Limb Muscles in Men With Genu Varus While Walking. *Scientific J Rehabil Med* 2023; 12(4): 692-701.
9. Barghamadi M, Ghadimi KheshtMasjedi A, Piri E. Comparison of the Effect between Traband and Brace on People with Genu Varum and Genu Valgum Deformities: A Systematic Review. *J Sport Biomech* 2024; 9(4): 352-368.

10. Shim JW, Lee S-S, Ko KR. Contributions of the Distal Femur and Proximal Tibia to Idiopathic Genu Varum and Genu Valgum in Adolescents. *Clinics in Orthopedic Surgery* 2024; 16(6): 1010.
11. Ghorbanloo F, Jafarnezhadgero A. The Effect of Corrective Exercises Using Thera-Band on Components of Ground Reaction Force in Boy Students with Genu Valgum during Running: A Clinical Trial Study. *J Rafsanjan University of Med Sci* 2020; 19(7): 661-676.
12. Barghadi M, Shahbazioghli K, Piri E, Allahverdidost H, Nosrati Hashi A. Short-term effect of protective knee brace on ankle and knee joint co-contractions in people with genu valgum during jumping and landing. *Studies in Medical Sciences* 2023; 34(2): 58-67.
13. Bukish S, Alisha-tu-Zahra SM, Amjad F, Tanveer F. Frequency of Genu Valgum and Genu Varum and its Association with Age, Gender, BMI and Knee Angular Deformities in Young Adults. *Int J Health Professions* 2024; 14-19.
14. Pollo FE, Otis JC, Backus SI, Warren RF, Wickiewicz TL. Reduction of medial compartment loads with valgus bracing of the osteoarthritic knee. *Am J Sports Med* 2002; 30(3): 414-421.
15. Jafarnezhadgero A, Meydani ME, Dizag RK, Noorian E. Research Paper Effect of 8-Week Use of Knee Braces on the Electrical Activity Frequency of Lower Limb Muscles in Men With Genu Varus While Walking. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 2022; 12(4): 692-701
16. Jafarnezhadgero AA, Oliveira AS, Mousavi SH, Madadi-Shad M. Combining valgus knee brace and lateral foot wedges reduces external forces and moments in osteoarthritis patients. *Gait Posture* 2018; 59: 104-110.
17. Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M, Granacher U. A comparison of running kinetics in children with and without genu varus: A cross sectional study. *PloS one*. 2017; 12(9): e0185057.
18. Kaspiris A, Zaphiropoulou C, Vasiliadis E. Range of variation of genu valgum and association with anthropometric characteristics and physical activity: Comparison between children aged 3-9 years. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2013; 22(4): 296-305.
19. Buck P, Morrey B, Chao E. The optimum position of arthrodesis of the ankle. A gait study of the knee and ankle. *JBJS* 1987; 69(7): 1052-1062.
20. Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. *Gait & posture* 2017; 53: 236-240.
21. Association WM. " Ethical principles for medical research involving human subjects," Declaration of Helsinki. <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>. 2004.
22. Jafarnezhadgero A, Abadi AMM, Yadegar A, Ghorbanloo F, Orang AV. The effect of graded knee brace at two angles of 60 and 30 degrees on the frequency spectrum of ground reaction forces in individuals with genu valgum during landing. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences* 2021; 43(2): 220-229.
23. Valizadehorang A, Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero AA. Effect of using graded knee brace at two angles of 60 and 30 degrees on the ground reaction forces components in individuals with genu valgum during landing. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2020; 22(2): 1-8.
24. Dehghani M, Mokhtari Malek Abadi A, Jafarnezhadgero AA. Effect of Knee Brace on the Electric Activity of Selected Lower Limb Muscles during Walking in Older Adults. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(1): 14-27.
25. Desai SS, Shetty GM, Song H-R, Lee SH, Kim TY, Hur CYJTK. Effect of foot deformity on conventional mechanical axis deviation and ground mechanical axis deviation during single leg stance and two leg stance in genu varum. *Knee* 2007; 14(6): 452-457.
26. Anker LC, Weerdesteyn V, van Nes IJ, Nienhuis B, Straatman H, Geurts ACJG, et al. The relation between postural stability and weight distribution in healthy subjects. *Gait Posture*, 2008; 27(3): 471-477.
27. Jankowicz-Szymanska A, Mikolajczyk E. Genu valgum and flat feet in children with healthy and

- excessive body weight. *Pediatric Phys Ther* 2016; 28(2): 200-206.
28. Ribeiro F, Oliveira J. Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. *Archives of gerontology and geriatrics. Arch Gerontol Geriatr* 2010; 51(1): 64-67.
 29. Namavarian N, Rezasoltani A, Rekabizadeh MJMR. A study on the function of the knee muscles in genu varum and genu valgum. *MRJ* 2014, 8(3): 1-9
 30. McNair PJ, Prapavessis H, Callender KJBJoSM. Decreasing landing forces: effect of instruction. *Br J Sports Med* 2000; 34(4): 293-296.
 31. Devita P, Skelly WAJ. Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24(1): 108-115.
 32. Rabiei M, Jafarnejhad-Gre T, Binabaji H, Hosseininejad E, Anbarian M. Assessment of postural response after sudden perturbation in subjects with genu valgum. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences* 2012; 14(2): 90-100.
 33. Hau R, Csongvay S, Bartlett J. Driving reaction time after right knee arthroscopy. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. Knee surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(2): 89-92.
 34. Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, Silbernagel KG, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. Knee surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(8): 778-788.
 35. Dammerer D, Giesinger JM, Biedermann R, Haid C, Krismer M, Liebensteiner M. Effect of knee brace type on braking response time during automobile driving. *Arthroscopy* 2015; 31(3): 404-409.
 36. Valizadeorang A, Ghorbanlou F, Jafarnejhadgero A, Alipoor Sarinasilou M. Effect of knee brace on frequency spectrum of ground reaction forces during landing from two heights of 30 and 50 cm in athletes with anterior cruciate ligament injury. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 2019; 8(2): 159-168.